

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-107346

(43)Date of publication of application : 21.04.1995

(51)Int.Cl.

H04N 5/225
G01B 11/30
G01N 21/88
H01L 21/66
H04N 7/18

(21)Application number : 05-265649

(71)Applicant : NEW KURIEISHIYON:KK

(22)Date of filing : 29.09.1993

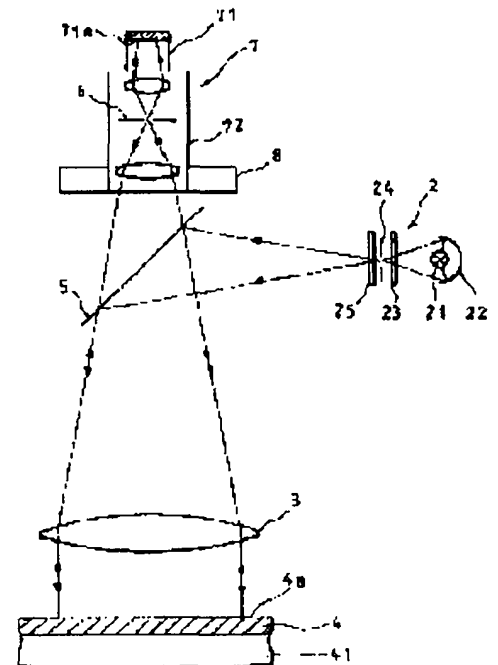
(72)Inventor : HAGA KAZUMI

(54) INSPECTION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an inspection device which is capable of observing the state of the surface of a sample in real time and exactly.

CONSTITUTION: The irradiating light from a light source 2 irradiates on the surface 4a of a sample after it is made a parallel luminous flux by an optical element 3. As for the reflected light from the surface 4a of the sample, a beam diameter is converged by the optical element 3 and the reflected light is branched from irradiating light at a half mirror 5. On the image space focal plane after the optical element 3 or in the vicinity of the plane, an aperture diaphragm 6 is arranged and the image of reflected light



formed just after this aperture diaphragm 6 is detected by the detection surface provided on a detector 7. In this case, because a moving device 8 moving the detector 7 in a direction perpendicular to the optical axis of the optical element 3 is provided, a situation that stray light caused in the optical element 3 due to the entering of irradiating light is led to the detection surface of the detector 7 and becomes the hindrance of an observation is prevent.

LEGAL STATUS

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-107346

(43) 公開日 平成7年(1995)4月21日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 5/225	C			
G 0 1 B 11/30	C			
G 0 1 N 21/88	E	8304-2 J		
H 0 1 L 21/66	J	7630-4 M		
H 0 4 N 7/18	B			

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平5-265649

(22) 出願日 平成5年(1993)9月29日

(71) 出願人 393022540

有限会社ニュークリエーション

東京都八王子市越野2-1

(72) 発明者 芳賀 一実

東京都八王子市越野2-1 有限会社ニュー
クリエーション内

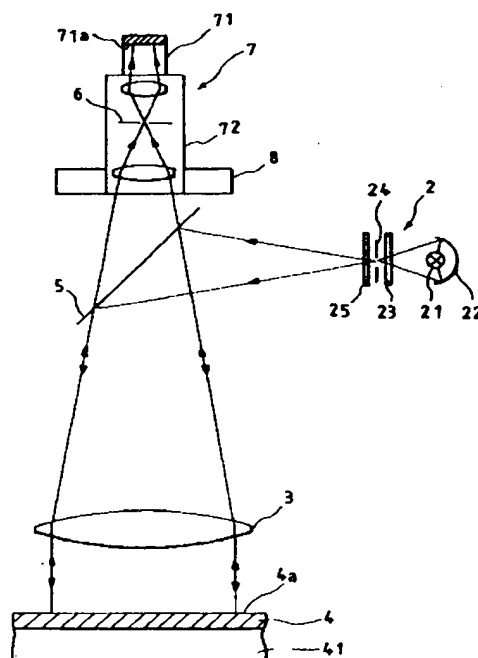
(74) 代理人 弁理士 落合 稔 (外2名)

(54) 【発明の名称】 検査装置

(57) 【要約】

【目的】 試料表面の状態が実時間でしかも正確に観測できる検査装置を提供する。

【構成】 光源2からの照射光は、光学素子3によって平行光束とされた後、試料表面4aに照射され、試料表面4aからの反射光は、光学素子3によってビーム径を絞られ、ハーフミラー5で照射光から分岐される。光学素子3の後像空間焦平面またはその近傍には開口絞り6が設置され、この開口絞り6の直後に形成される反射光の像が検出装置7に設けられた検出面で検出される。この場合、検出装置7を光学素子3の光軸に垂直な方向に移動させる移動装置8が設けられているので、照射光の入射によって光学素子3で生じる迷光が検出装置7の検出面に導かれて観測の妨げとなるといった事態が防止される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの照射光を試料表面に導くとともに、試料表面から戻って来た反射光を集束する光学素子と、試料表面からの前記反射光を、当該反射光が前記光学素子を通過した後に前記照射光の光路から分岐する分岐手段と、前記光学素子の後像空間焦平面に対応する位置またはその近傍に配設される開口絞りを有し、当該開口絞りを通過した前記反射光の像を検出する検出手段と、前記検出手段を前記反射光の光路に垂直な方向に移動させる移動手段とを備えることを特徴とする検査装置。

【請求項2】 光源からの照射光を試料表面に導くとともに、試料表面から戻って来た反射光を集束する光学素子と、試料表面からの前記反射光を、当該反射光が前記光学素子を通過した後に前記照射光の光路から分岐する分岐手段と、前記光学素子の後像空間焦平面に対応する位置またはその近傍に配設される開口絞りを有し、当該開口絞りを通過した前記反射光の像を検出する検出手段と、前記光源を前記照射光の光路に垂直な方向に移動させる移動手段とを備えることを特徴とする検査装置。

【請求項3】 光源からの照射光を試料表面に導く照明光学系と、試料表面から戻ってきた反射光を、当該反射光が前記照明光学系に再入射する前に前記照射光の光路から分岐する分岐手段と、前記分岐手段で分岐された前記反射光を集束する光学素子を含む観測光学系と、前記光学素子の後像空間焦平面に対応する位置またはその近傍に配設された開口絞りとを備えることを特徴とする検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、試料の表面状態を2次元的に観測するための検査装置に関するもので、特に、試料表面に形成された指標を検出するのに適した検査装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の製造に用いられる鏡面ウェーハ等の試料に形成された指標の検査装置として、従来、蛍光灯やハロゲンランプなどで照明された試料をCCDカメラで直接観測するものが知られている。また、試料の表面状態（うねり、ディンプル、突起、洗浄不良またはバフダメージなど）を検出する検査装置として、シュリーレン光学系を用いたものも知られている。

【0003】後者の検査装置で用いられるシュリーレン光学系は、試料表面の凹凸による屈折率変化や反射率変化を明暗の差として表す代表的な光学系の1つである。この光学系は、点光源からの出射光を光学素子（レンズ）によって平行光にし、試料表面にその法線方向から照射し、その反射光を光学素子（レンズ）によって集束し、その後像空間焦平面に設置されたナイフエッジによって散乱光の一部を遮断するようにしているとともに、

その後方において肉眼やカメラ等によって反射像を観測するようにしたものである。

【0004】この光学系によれば、試料表面に凹凸があるとその部分で光が散乱されるが、この散乱光のうちナイフエッジに当たった部分は遮断される。その結果、ナイフエッジの後方では、そのナイフエッジで遮られた散乱光に対応する部分は暗くなり、それ以外の部分は明るくなる。この明暗パターンは試料の表面状態に対応しているため、その明暗パターンから試料の表面状態が観測できることになる。

【0005】なお、ちなみに言えば、このシュリーレン光学系において、ナイフエッジを用いず散乱光成分を全く遮断しないものでは、光量が大きいと全体が明るくなってしまったため、光量を小さくして明暗パターンを現出させて観測を行うようになっているが、この明暗パターンでは若干のコントラストしか得られないために明暗パターンが極めて見にくいという問題がある。

【0006】一方、前記シュリーレン光学系において、ナイフエッジを設置しないで、ピントを僅かにずらすことにより（ピントがあっている場合は、シュリーレン光学系でナイフエッジを設けないときと同じとなる。）、比較的コントラストの高い場所で試料の表面状態を観測するようにした検査装置も知られている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これら従来の検査装置にあっては下記のような問題があった。

【0008】すなわち、CCDカメラで直接観測する検査装置では、明瞭な画像を得ることが極めて困難であった。

【0009】また、シュリーレン光学系を用いた検査装置のうち前者のものでは、ナイフエッジ後方で、試料の表面状態に応じた明暗パターンはできるものの、この明暗パターンにはナイフエッジによって遮断されなかった散乱光成分が多く含まれるため、コントラストが低い。また、ナイフエッジ後方で観測できる範囲は試料表面の一部であって試料表面全体ではないことから、試料表面全体の状態を観測するためには、試料を光軸を中心に1回転しなければならぬ。一方、シュリーレン光学系を用いた検査装置のうち後者のものでは、観測点を光軸方向に移動させるのみで、散乱光がほとんど遮断されないことから、コントラストが極めて低く、しかも、凹凸が生じているエリアをおおよそは判別できるものの、それがどれだけの深さ・高さを持っているのかの判別ができないという問題があった。

【0010】本発明は、かかる点に鑑みなされたもので、試料表面の状態が実時間でしかも正確に観測できる検査装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成すべく請求項1記載の発明は、光源からの照射光を試料表面に導

くとともに、試料表面から戻って来た反射光を集束する光学素子と、試料表面からの反射光を、この反射光が光学素子を通過した後に照射光の光路から分岐する分岐手段と、光学素子の後像空間焦平面に対応する位置またはその近傍に配設された開口絞りを有し、この開口絞りを通過した反射光の像を検出する検出手段と、この検出手段を反射光の光路に垂直な方向に移動させる移動手段とを備えることを特徴とする検査装置である。

【0012】また、請求項2記載の発明は、光源からの照射光を試料表面に導くとともに、試料表面から戻って来た反射光を集束する光学素子と、試料表面からの反射光を、この反射光が光学素子を通過した後に照射光の光路から分岐する分岐手段と、光学素子の後像空間焦平面に対応する位置またはその近傍に配設される開口絞りを有し、この開口絞りを通過した反射光の像を検出する検出手段と、光源を照射光の光路に垂直な方向に移動させる移動手段とを備えることを特徴とする検査装置である。

【0013】また、請求項3記載の発明は、光源からの照射光を試料表面に導く照明光学系と、試料表面から戻ってきた反射光を、この反射光が照明光学系に再入射する前に照射光の光路から分岐する分岐手段と、この分岐手段で分岐された反射光を集束する光学素子を含む観測光学系と、光学素子の後像空間焦平面に対応する位置またはその近傍に配設された開口絞りとを備えることを特徴とする検査装置である。

【0014】

【作用】請求項1記載の発明によれば、試料表面からの反射光のうち、入射方向と逆向きの所定方向に反射される戻り光は、光学素子の後像空間焦平面に対応する位置またはその近傍に配設された開口絞りを通過し、それ以外の方向に反射される散乱光は、この開口絞りにによってそのほとんどが遮断される。したがって、検出手段に設けられている検出面には、反射光のうちの戻り光によって、試料表面の凹凸、反射率等の状態を反映した2次元的な明暗パターンが形成される。この明暗パターンの検出により試料表面の2次元的状态を一時に観測することができるが、この場合、試料にピントを合わせて検出できる上、開口絞りにによって散乱光のほとんどが除去できるため、観測される明暗パターンの鮮明度が著しく向上されることになる。しかも、検出手段を反射光の光路に垂直な方向に移動させる移動手段を備えることから、光学素子で生じる不要な光(迷光)によって明暗パターンの観測が妨げられるといった問題を回避できる。すなわち、移動手段を適当に調節して検出手段を反射光の光路に垂直な方向に移動させることにより、照射光の入射によって光学素子のいずれかの部分で生じる迷光が開口絞りを通過して検出手段に設けられた検出面に導かれることを有効に防止することができ、検出面の局所領域に迷光が投影されて観測の妨げとなるといった事態が防止さ

れる。

【0015】請求項2記載の発明によれば、光学素子の後像空間焦平面に対応する位置またはその近傍に配設された開口絞りの存在により、試料表面の2次元的状态を一時に鮮明に観測できる。しかも、光源を照射光の光路に垂直な方向に移動させる移動手段を備えるので、照射光の入射によって光学素子で生じる迷光が検出手段に設けられた検出面に導かれて観測の妨げとなるといった事態が防止される。

【0016】請求項3記載の発明によれば、光学素子の後像空間焦平面に対応する位置またはその近傍に配設された開口絞りの存在により、試料表面の2次元的状态を一時に鮮明に観測できる。しかも、分岐手段が、試料表面からの反射光をこの反射光が照明光学系に再入射する前に照射光の光路から分岐するので、照射光が観測光学系に直接入射することがなく、迷光が検出手段に設けられた検出面に導かれて観測の妨げとなるといった事態が防止される。

【0017】

【実施例】以下、本発明に係る検査装置の実施例について説明する。

【0018】図1には第1実施例の検査装置が示されている。この装置について簡単に説明すれば、点光源である光源装置2から出射する照射光は、ハーフミラー5で直角方向(図面下側)に偏向され、コリメートレンズ3によって一旦平行にされた後、平板状の試料4の表面(以下試料表面と称す)4aにその法線方向から照射される。この試料表面4aからの反射光は、照射光とは逆方向に進んでコリメートレンズ3によって集束され、分岐手段としての機能を有するハーフミラー5を透過して照射光側の光路から分岐された後、コリメートレンズ3の後像空間焦平面に対応する位置に開口絞り6を内蔵する検出装置7(検出手段)に入射し、この開口絞り6の後方の検出面71a上への投影像として検出される。なお、検出装置7には、移動手段である微動機構8が設けられており、検出装置7の位置および傾きを調節する。

【0019】この装置の動作について簡単に説明すると、検出装置7内の開口絞り6の存在によって、試料表面4aでその法線方向に反射されなかった散乱光のほとんどが遮断されるので、検出装置7の検出面71a上に、試料表面4aでその法線方向に反射された戻り光(正反射光)の鮮明な投影像が形成されることとなる。この投影像の明暗パターンは、試料表面4aの凹凸等の状態を反映したものとなっているので、検出装置7の画像出力を観察することにより、試料表面4aの状態の微小な変化の2次元的分布を観測することができる。さらに、検出装置7用の微動機構8が設けられているので、検出装置7をコリメートレンズ3の光軸から外した状態とすることができる。この結果、コリメートレンズ3で生じた迷光が検出装置7に入射し開口絞り6を通過して

検出面71a上に光点を形成するといった事態を回避でき、このような光点によって観測が妨げられるといった問題が生じない。

【0020】続いて、図1の検査装置について詳細に説明する。

【0021】光源装置2は、ハロゲンランプ21を発光源としている。このハロゲンランプ21からの出射光は、ダイクロイックミラーからなる楕円リフレクタ22で反射された後、熱線吸収フィルタ23を透過し、直径2mmのピンホール24に集光される。このピンホール24は、試料表面4aを照明するため照射光の点光源となる。ピンホール24の前方には、複数の干渉フィルタを備えるターレット状の波長選択フィルタ25が設けられており、試料表面を照明する照射光の波長を適宜変更することを可能にする。この波長選択フィルタ25は検査装置の光学系部分の感度調節に用いられ、試料表面4aの凹凸のピーク・ツールバレーが小さい場合には波長の短い領域が選択される。

【0022】光源装置2からの照射光は、ハーフミラー5で反射された後コリメートレンズ3に入射する。このコリメートレンズ3は、特殊低分散ガラスを用いた直径6インチ(F7.1)のアポクロマトレンズであり、光源装置2のピンホール24から拡散する照射光を平行光束に変換して試料表面4aに入射させる。すなわち、このコリメートレンズ3は、その前像空間焦平面の位置にピンホール24が位置するように設置されている。

【0023】コリメートレンズ3からの平行光束が入射する試料4は、チルトステージ41上に載置されている。このチルトステージ41は、照射光の平行光束が試料表面4aに垂直に入射するように、試料4の傾きを微調整する。試料表面4aからの反射光は、再度コリメートレンズ3に入射してビーム径を絞られる。

【0024】コリメートレンズ3でビーム径を絞られた反射光は、ハーフミラー5を透過して、入射光の光路から分岐される。ハーフミラー5は、平板ビームスプリッタであるが、その2平面間に所定の微小角が設けられたウェッジ付きのハーフミラーである。したがって、その上側の透過面での反射に起因して発生する不要なゴースト光は、反射光の光路、すなわちコリメートレンズ3の光軸から外れる。この結果、ゴースト光は検出装置7で検出されなくなる。ハーフミラー5に設けられる微小角は、例えばゴースト光が検出装置7に入射しないように(ゴースト光が検出装置7のカメラレンズ72の入射瞳によって遮られるように)設定する。

【0025】ハーフミラー5で照射光の光路から分岐された必要な反射光は、検出装置7に設けられたズームタイプのカメラレンズ72に入射する。カメラレンズ72内部の集光位置には、開口絞り6が配置されている。すなわち、開口絞り6はコリメートレンズ3の後像空間焦平面に対応する位置に配置されていることになる。した

がって、試料表面4aで散乱された散乱光のほとんどがこの開口絞り6で遮断される。この開口絞り6は10枚羽根からなるアイリス絞りで、可動調節部を動かすことによりその円形開口の直径を連続的に変化できるようになっている。この円形開口の直径を変化させることにより、検査の種別(うねりの検査、ディンプルの検査、傷の検査など)に適した光像が得られる。

【0026】カメラレンズ72を通過した試料表面4aからの反射光は、1/2インチタイプのCCDカメラ71の検出面71a上に投影される。CCDカメラ71からの画像信号は、一旦電気信号に変換され、適当な信号処理装置で処理された後、再構成された画像としてモニター(図示せず)に逐次表示される。この場合、CCDカメラ71の検出面71a上に投影される画像は、試料表面4aの状態に対応する2次元的な明暗パターンとなっている。

【0027】詳細に説明すると、CCDカメラ71の検出面71a上に投影される画像の明暗パターンは、試料表面4aからの反射光のうち、開口絞り6を通過したもののみによって構成される。すなわち、試料表面4aでその法線方向に反射されなかった散乱光のほとんどは、開口絞り6によって遮断され、試料表面4aでその法線方向に反射された戻り光は、この開口絞り6を通過する。しかも、かかる戻り光によって構成される明暗パターン中の各位置に投影される光は、試料表面4aの各位置に1対1で対応したものとなっている。したがって、CCDカメラ71の検出面71a上に投影される画像の明暗パターンは試料表面4aの凹凸等の微小な変化を反映したものとなっており、CCDカメラ71の画像出力を観察することにより、試料表面4aの状態の微小な変化の2次元的分布を正確に観測することができる。

【0028】図2には、CCDカメラ71およびカメラレンズ72からなる検出装置7と、この検出装置7の位置および傾きを調節するための微動装置8とが示されている。この微動装置8によって、コリメートレンズ3からの迷光に起因する光点を、CCDカメラ71の画像出力から除去することができる。微動装置8は、検出装置7をコリメートレンズ3の光軸9に対して所望の傾きに調節する2軸あおり機構と、検出装置7をコリメートレンズ3の光軸9に垂直な面内で所望の位置に調節する2軸x-y移動機構とを備える。これら2軸あおり機構および2軸x-y移動機構を適当に操作すれば、CCDカメラ71やカメラレンズ72さらに開口絞り6を、コリメートレンズ3の光軸9に対して適宜傾けたり、それに垂直な方向に移動させることとなる。CCDカメラ71やカメラレンズ72の移動量等が適切であれば、光源装置2からの照射光が試料表面4aに入射する前にコリメートレンズ3を構成する各レンズの表面で反射されることによって生じた迷光が、CCDカメラ71の検出面71aに到達することを有効に防止できる。すなわち、コリメ

ートレンズ3で生じる迷光はコリメートレンズ3の光軸9に沿って進むものであることから、かかる迷光は、2軸あおり機構などの操作によってCCDカメラ71の検出面71a外に到達し、或いは光軸から外れた位置にある開口絞り6、カメラレンズ72等によって遮断される。この結果、コリメートレンズ3からの迷光に起因する光点が検出面71aに投影されて観測の妨げとなるといった事態が防止される。

【0029】微動装置8を用いた調整によって検出面71aに光点が投影されることを防止する光点除去の具体的な方法について説明する。

【0030】図3(a)は、微動装置8を用いた調整前における、CCDカメラ71の画像出力を示した図である。半導体ウェーハ100のオリエンテーションフラットの近傍には、指標であるID番号101が刻印されている。検査装置の光軸が正確であれば、画面中央に光点102が現れてしまう。このため、ID番号101の識別が困難或いは不可能となる。

【0031】図3(b)は、微動装置8を用いた調整後における、CCDカメラ71の画像出力を示した図である。微動装置8の2軸あおり機構によって検出装置7を所望の角度まで傾けることにより、検出装置7の光軸を、照射光用の照明光学系の光軸であるコリメートレンズ3の光軸から意図的にずらす。この結果、画面中央に現れていた光点102を画面外に除去することができ、ID番号101の識別が容易となる。なお、2軸のあおりを可能にしたことで、光点102を図示のように上方向に移動させるのみならず、左右方向にも移動させることができる。

【0032】ところが、図3(b)に示すように、2軸あおり機構のみでは、カメラレンズ72等の光軸が傾くため、画面下部にケラレを生じる場合がある。このケラレを防止するため2軸xy移動機構を調整する。検出装置7をコリメートレンズ3の光軸に垂直な面内で移動させると、ケラレの問題を解消できる。しかし、光点が再び画面上に入ってくるので、2軸あおり機構を再度調整する。さらに必要であれば、チルトステージ41を調整して、試料画像の明度、コントラスト等を所望のものと

【0033】以上、本発明を第1実施例に即して説明したが、本発明は、かかる第1実施例に限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲で種々の変形が可能であることはいうまでもない。

【0034】例えば、上記第1実施例の検査装置では、微動装置8として、2軸あおり機構と2軸xy移動機構との組み合わせを用いたが、2軸あおり機構を用いないで、CCDカメラ71とカメラレンズ72のそれぞれに2軸xy移動機構を備える平行移動光学系としてもよい。図4(a)は、このような平行移動型の微動装置による調整前の基本配置を示した概略図である。この基本

配置では、図3(a)に示す光点102と同様の光点が画面上に現れてしまう。図4(b)は、微動装置を用いた調整後における配置を示した図である。この配置では、コリメートレンズ3からの迷光が検出装置に入射せず、光点が画面中央に現れない。なお、図面右上方向に厚くなっているウェッジタイプのハーフミラー5の裏面反射に起因するゴースト光を効果的に排除するため、CCDカメラ71とカメラレンズ72の移動方向は、図示のように図面左側方向としている。

【0035】図4(b)に示すような平行移動光学系とした場合、直角範囲の広い検出装置7を用いなければケラレが生じてしまうという問題がある。この問題は、例えばCCDカメラ71として、1/2インチのCCDをより大きな2/3インチ直角のカメラに装着したものをを用いることにより解決する。或いは、カメラレンズ72としてCCD用でなく35mmカメラ用を用いることにより解決する。

【0036】さらに、微動装置8として、検出装置7用の2軸あおり機構のみを備えるものを使用し、そのあおりの回転中心をコリメートレンズ3の光軸上の適当な位置に予め設定しておくことで、ケラレを防止しつつ光点を画面外に除去することができる。

【0037】さらに、開口絞り6のみの2軸xy移動機構、或いはCCDカメラ71のみの2軸xy移動機構を備えるものであってもよい。すなわち、必要な試料像に対して光点を相対的に移動させ得る各種機構の使用が可能である。

【0038】さらに、上記第1実施例の検査装置では、検出装置7の位置および傾きを調節するための微動装置8を設けているが、この代わりに、光源装置2の位置を調節するための微動装置を設けてもよい。光源装置2用の微動機構を適当に調節することで、点光源をコリメートレンズ3の光軸から外した状態とすることができる。この結果、コリメートレンズ3で生じた迷光がこのコリメートレンズ3の光軸上に配置された検出装置7に入射してその検出面71a上に光点を形成するといった事態を回避でき、このような光点によって観測が妨げられるといった問題が生じない。

【0039】その他の部分についても様々な変更が可能である。例えば、光源装置2と検出装置7との位置関係は置き換えることができる。すなわち、光源装置2からの照射光を、ハーフミラー5を透過させた後コリメートレンズ3に導き、試料表面4aからの反射光を、コリメートレンズ3によって集束し、ハーフミラー5で偏向した後、微動装置8を備える検出装置7に導く構成としてもよい。

【0040】さらに、上記第1実施例の検査装置では、光源装置2の発光源としてハロゲンランプ21を用いる場合について説明したが、発光源としてキセノンランプなどを用いることもできる。発光源として何を用いるか

は、検査対象物（試料4）の性質によって決定される。例えば、半導体ウェーハなどのように反射率の比較的高いものを検査する場合には、ハロゲンランプまたはキセノンランプのいずれを用いることとしても良いが、ガラス基板のように反射率の比較的低いものを検査する場合には、輝度の大きいキセノンランプを用いることが好ましい。したがって、検査対象物の性質によって発光源を適宜変更できるような構成にしておいてもよい。

【0041】さらに、上記第1実施例の検査装置では、光源装置2を、楕円リフレクタ22でピンホール24に集光するものとしたが、楕円リフレクタ22の代わりにパラボラリフレクタを用いてもよい。この場合には、パラボラリフレクタを出た光はその光軸に平行に進むので、コリメートレンズを別途設け、このコリメートレンズによりピンホールの所に集束させるようにすればよい。また、楕円リフレクタ22のかわりにコンデンサレンズを用い、このコンデンサレンズをハロゲンランプ21とピンホール24との間に配設することもできる。

【0042】さらに、入射端にロッドレンズを備えるライトガイドファイバを用いて光源装置2を構成することもできる。この場合、楕円リフレクタ22の一方の焦点にハロゲンランプ21が設置され、楕円リフレクタ22の他方の焦点に入射側ロッドレンズの端面が配置される。ハロゲンランプ21からの出射光は、楕円リフレクタ22で集束されて入射側ロッドレンズに入射した後、ライトガイドファイバに結合されてこれを伝送してその他端の出射側ロッドレンズに結合される。出射側ロッドレンズからの出射光は、ピンホール24に集光される。

【0043】この場合、ロッドレンズを用いなくて、ライトガイドファイバのコアと同じ硝材を円形断面のロッド状に固めた光導波ロッド棒を用いることもできる。この光導波ロッド棒をライトガイドファイバの入射端に配置することにより、ハロゲンランプ21からの出射光をライトガイドファイバに結合することができるとともに、ライトガイドファイバを伝送した後ピンホール24を通過した照射光を十分大きな広がり角で発散させることができる。

【0044】さらに、ロッドレンズを円錐ミラーに置き換えた構成も可能である。この場合、ライトガイドファイバからの出射光は、円錐ミラーによってピンホール24に集光される。

【0045】さらに、ロッドレンズを用いなくて、ライトガイドファイバの出射側からコリメートレンズ3に直接照射するタイプのものも使用可能である。

【0046】さらに、上記第1実施例の検査装置では、点光源形成のためにピンホール24を用いたが、これをスリットとすることもできる。この場合、光源からの照射光の出射角度を広くとることができる。

【0047】さらに、上記第1実施例の検査装置では、波長選択フィルタ25として干渉フィルタを用いる場合

について説明したが、例えば色ガラスフィルタを用いることもできる。また、波長選択フィルタ25は不可欠の要素でなく、その設置場所も任意である。

【0048】さらに、上記第1実施例の検査装置では、波長選択フィルタ25のみを用いる場合について説明したが、波長選択フィルタ25とともに、或いは波長選択フィルタ25の代わりに、NDフィルタを設置してもよい。NDフィルタは入射光の分光特性を変化させずに減光する目的で使用されるものである。この場合の減光は、例えば試料表面4aのうねりなどの検出において必要となる。うねりなどなだらかな表面の形状変化の場合には、光の正反射成分が極めて多くなることから試料表面4aの輝度が高過ぎて、減光しないと反射像全体が明るくなり過ぎ観測し難くなるからである。なおこの場合、ハロゲンランプ21を輝度の小さいものに代えてもよいが、NDフィルタを用いる方が作業が簡単である。

【0049】さらに、上記第1実施例の検査装置では、光源装置2からの照射光の出力を一定に保つ特別の装置を設けていなかったが、光源装置2からの照射光のうちウェッジタイプのハーフミラー5で反射されないでこれを透過してしまうものをフォトダイオードなどで検出し、このフォトダイオードの検出出力に基づいてハロゲンランプ21の電源電圧等を制御することで、光源装置2からの照射光の出力の安定化を図ることができる。

【0050】さらに、上記第1実施例の検査装置では、コリメートレンズ3としてアポクロマートレンズを用いる場合について説明したが、コリメートレンズ3としてアクロマートレンズを用いることもできる。もっとも、狭帯域の単色光を用いて検査する場合、色消しは必ずしも要しない。ただし、コリメートレンズ3は、光のロス を可及的に防止するため諸収差の小さいものを使用することが好ましい。

【0051】さらに、検査装置の用途に応じて各種口径及び焦点距離のコリメートレンズ3を用いることができる。ただし、半導体ウェーハなどの表面に形成された指標等を検出する用途では、一般にF4～F15の範囲で用いることが好ましい。

【0052】さらに、上記第1実施例の検査装置では、平板状の試料4を検査する場合を説明したが、円柱などの表面検査の場合にはシリンドリカルレンズを用いて、また、球体などの表面検査の場合には平凸レンズを用いて、試料表面に法線方向から光を照射するようにすればよい。また、場合によっては、平板状の試料4のときでもシリンドリカルレンズを用い、ある方向の凹凸状態を強調させて観測するようにすることも可能である。

【0053】さらに、上記第1実施例の検査装置では、ウェッジタイプのハーフミラー5として平板ビームスプリッタを用いる場合を説明したが、平板状或いは薄膜状の各種ハーフミラーを用いることができる。例えば、ハーフミラー5として、ペリクルミラーを用いることもで

きる。さらに、キューブタイプのビームスプリッタを用いることもできる。

【0054】さらに、上記第1実施例の検査装置では、CCDカメラ71で観測するようにしたが、スクリーンやスチルカメラで観測するような光学系としてもよい。さらに、CCDカメラ71のかわりにフォトマルなどの光電管を用いてもよい。

【0055】さらに、CCDカメラ71から入力したビデオ信号に含まれる映像信号（原映像信号）を微分し、得られた微分信号と原映像信号とを加算して新たな映像信号とするなどの微分処理によって、微弱なコントラスト差を強調して映像表示することができる。さらに、加算された新たな映像信号の輝度を任意に設定可能な輝度調整回路を設けることもできる。この輝度調整により、例えば凹凸部等の輪郭部分の内側の状態や輪郭部分自体を観察する場合、映像を見易い輝度で観察することができることとなる。

【0056】さらに、上記第1実施例の検査装置では、開口絞り6としてズームレンズ72に内蔵されたアイリス絞りをを用いたが、固定的な円形開口部からなる開口絞りを設け、この開口絞りを後像空間焦平面に対応する位置の近傍で光軸方向に前後に移動させるようにして使用するようにしてもよい。

【0057】さらに、上記第1実施例の検査装置では、ズームタイプのカメラレンズ72を使用する場合について説明したが、このかわりに固定焦点レンズを用いることもできる。例えば、市販の一眼レフ用カメラレンズの使用が可能である。

【0058】図5には第2実施例の検査装置が示されている。この装置について簡単に説明すれば、点光源である光源装置2から出射する照射光は、照明光学系である楕円ミラー30によって一旦平行にされた後、全反射ミラー32およびハーフミラー50で反射され、試料表面4aにその法線方向から照射される。この試料表面4aからの反射光は、照射光とは逆方向に進み、分岐手段であるハーフミラー50を透過して照射光側の光路から分岐された後、観測用の光学素子であるコリメートレンズ31によって集束され、このコリメートレンズ31の後像空間焦平面に対応する位置に開口絞り60を内蔵するカメラレンズ72に入射し、このカメラレンズ72の後方のCCDカメラ71で検出される。

【0059】この装置の動作について簡単に説明すると、カメラレンズ72内の開口絞り60の存在によって、試料表面4aでその法線方向に反射されなかった散乱光のほとんどが遮断されるので、CCDカメラ71の検出面上に、試料表面4aからの正反射光によって鮮明な投影像が形成されることとなる。この投影像の明暗パターンは、試料表面4aの凹凸等の状態を反映したものととなっているので、CCDカメラ71の画像出力を観察することにより、試料表面4aの状態の微小な変化の2

次元分布を観測することができる。さらに、コリメートレンズ31と試料表面4aとの間にハーフミラー50が設けられた光学系となっており、光源装置2からの強い照射光が直接コリメートレンズ31に入射することがないので、迷光の発生を抑制できる。したがって、光源からの直接光に起因する迷光が開口絞り60を通過してCCDカメラ71の検出面上に光点を形成し、このような光点によって観測が妨げられるといった問題が生じない。このような構成とすることで、光学系部分の全長、幅等のサイズが増してしまいが、第1実施例のような微動装置をなくした簡単な構造とすることができ、光点を除去するための調整等に要していた操作を省略することができる。

【0060】続いて、図5の検査装置について詳細に説明する。なお、図1の第1実施例と共通する部分については同一符号を付してその説明を省略する。

【0061】光源装置2の発光源であるハロゲンランプ21からの照射光は、楕円リフレクタ22で反射され、熱線吸収フィルタ23を透過し、ピンホール24に集光される。ピンホール24を通過した照射光は、インテグレート27で拡散される。

【0062】光源装置2から出射して拡散される照射光は、楕円ミラー30で反射されて平行光束に変換され、全反射ミラー32で光路を偏向された後、ハーフミラー50に入射する。このハーフミラー50で反射されて偏向された照射光は、平行光束として試料表面4aに入射する。

【0063】試料表面4aで逆方向に反射された反射光は、ハーフミラー50を透過して入射光の光路から分岐された後、アポクロマートタイプのコリメートレンズ31に入射する。ハーフミラー50は、2平面間に微小角が設けられたウェッジタイプの平板ビームスプリッタである。したがって、その上側の透過面での反射に起因して発生するゴースト光は、反射光の光路、すなわちコリメートレンズ31の光軸から外れる。この結果、ゴースト光は検出装置7側で検出されなくなる。

【0064】コリメートレンズ31でビーム径を絞られた反射光は、検出装置7に設けられたカメラレンズ72に入射する。カメラレンズ72内部の集光位置には、開口絞り60が配置されている。この開口絞り60は、ナイフエッジタイプの一对のスリットを直交するように配置したものである。これにより、開口の大きさの調整が容易となり、また微小な開口の形成によって解像度を高めることができる。

【0065】カメラレンズ72を出射した光は、CCDカメラ71の検出面上に投影される。この検出面上に投影される画像は、試料表面4aの状態に対応する2次元的な明暗パターンとなっている。この場合、コリメートレンズ31等に起因する光点は生じない。

【0066】詳細に説明すると、コリメートレンズ31

と試料表面4aとの間にハーフミラー50が設けられ、このハーフミラー50で反射された照射光が直接試料表面4aに入射するので、光源装置2からの強い照射光が直接コリメートレンズ31に入射することがなく、コリメートレンズ31での迷光の発生を抑制できる。すなわち、コリメートレンズ31に入射する光は、試料表面4aからの比較的微弱な反射光のみであるので、コリメートレンズ31で迷光が発生し難く、仮に発生した場合にもCCDカメラ71の検出面上に光点が形成されず、このような光点によって観測が妨げられるといった問題が生じない。

【0067】以上、本発明を第2実施例に即して説明したが、本発明は、かかる第2実施例に限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲で種々の変形が可能であることはいうまでもない。

【0068】例えば、上記第2実施例の検査装置では、楕円ミラー30を用いて光源装置2からの照射光を平行光束に変換したが、別のコリメートレンズを用いて光源装置2からの照射光を平行光束に変換してもよい。図6にその構成例を示す。光源装置のハロゲンランプ21からの照射光は、ピンホール（図示せず）を経て拡散しつつ全反射ミラー32で反射された後、遮光壁34下側の照明用のコリメートレンズ33によって平行にされる。この照射光は、ハーフミラー50で反射された後、試料表面4aにその法線方向から照射される。この試料表面4aからの反射光は、照射光とは逆方向に進み、ハーフミラー50を透過して照射光側の光路から分岐された後、観察用のコリメートレンズ31によって集束される。この反射光は、コリメートレンズ31の後像空間焦平面に対応する位置に開口絞りを内蔵するカメラレンズ72に入射し、この後方のCCDカメラ71の検出面上への投影像として検出される。

【0069】さらに、楕円ミラー30や照明用のコリメートレンズ33のかわりに、放物ミラーや球面ミラーを

用いることができる。放物ミラーの焦点に光源装置2のピンホール24を配置すれば、完全な平行光束の照射光を得ることができる。

【0070】

【発明の効果】本発明によれば、光学素子の後像空間焦平面に対応する位置またはその近傍に配設された開口絞りの存在により、試料表面の2次元的状态を一時に鮮明に観測できる。ここで、検出手段若しくは光源を移動させる移動手段が設けられ、或いは試料表面からの反射光をこの反射光が照明光学系に再入射する前に照射光の光路から分岐する分岐手段が設けられているので、照射光の直接入射によって光学素子で生じる迷光が開口絞りを通過して検出手段に設けられた検出面上に導かれて観測の妨げとなるといった事態が防止される。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の検査装置の構成図である。

【図2】第1実施例の検査装置の部分拡大図である。

【図3】光点除去の具体的方法を示した図である。

【図4】第1実施例の検査装置の変形例を示した概略構成図である。

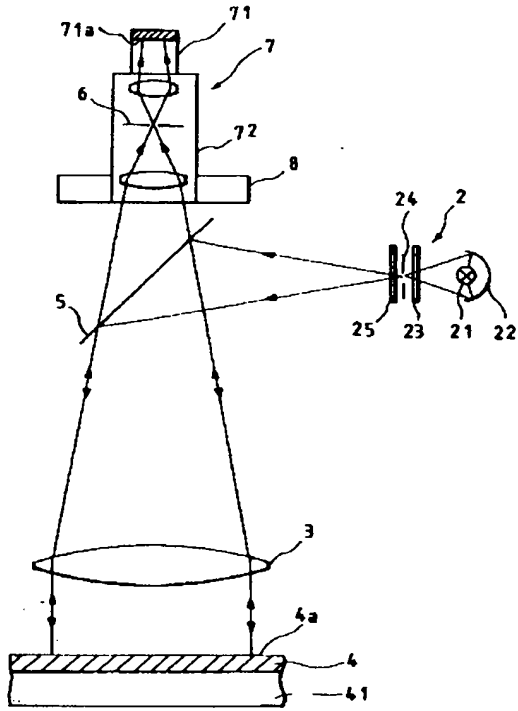
【図5】第2実施例の検査装置の構成図である。

【図6】第2実施例の検査装置の変形例を示した概略構成図である。

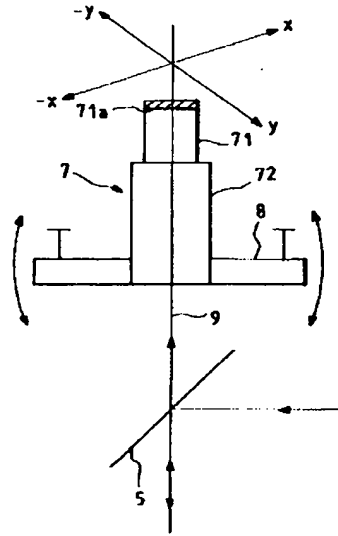
【符号の説明】

- 2 光源
- 3 光学素子
- 30、32、33 照明光学系
- 31 観測光学系
- 4a 試料表面
- 5、50 分岐手段
- 6、60 開口絞り
- 6、7、60 検出手段
- 8 移動手段

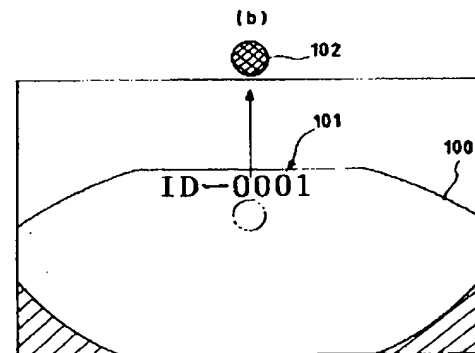
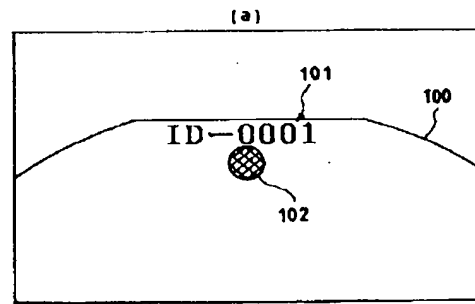
【図1】



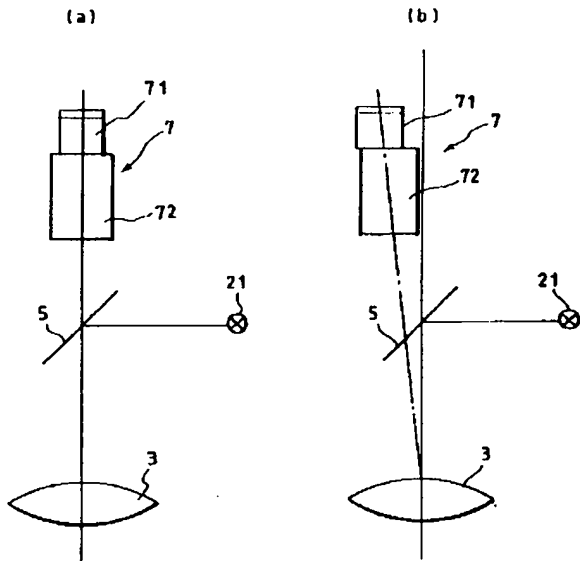
【図2】



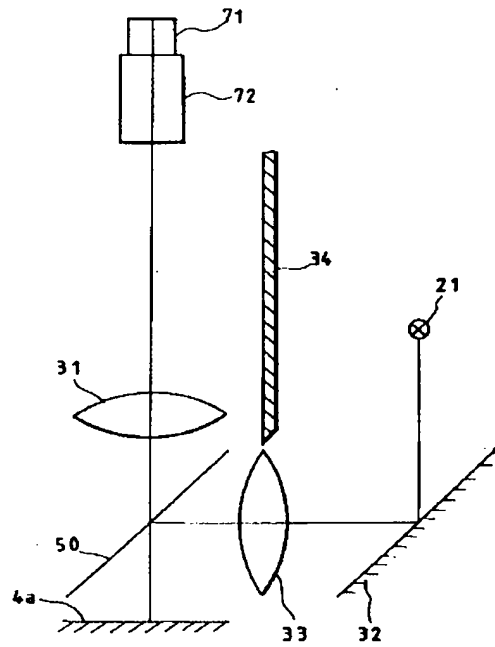
【図3】



【図4】



【図6】



【図5】

